

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАФІКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

*В статті проведено аналіз проблем телекомунікаційних мереж та шляхи вирішення цих проблем, а саме: модернізація та оптимізація трафіку.*

*Проведений аналітичний огляд шляхів оптимізації аналого-цифрових мереж, а також аналіз і доцільність оптимізації трафіку цих мереж. Розглянуто також методи формування оптимальних ліній зв'язку. Запропоновані заходи щодо підвищення стійкості цифрових мереж.*

*Проаналізувавши проблеми аналогових та цифрових мереж, зроблені висновки про доцільність використання математичних та інженерних методів при оптимізації мереж та мережевого трафіку.*

**Ключові слова:** аналогові мережі, цифрові мережі, метод оптимізації.

Y.V. KHMELNITSKY, V.A. HYKA

Khmelnytsk national university

### RESEARCH METHODS TRAFFIC INFORMATION NETWORK OPTIMIZATION

*The article analyzes the problems of telecommunications networks and solutions to these problems, namely: modernization and optimization of traffic.*

*Analytical review of ways of optimization of analog-digital networks and feasibility analysis and optimization of network traffic. Considered as the best methods of forming lines. Proposed measures to improve the sustainability of digital networks.*

*After analyzing the problems of analog and digital networks, the conclusions of the feasibility of using mathematical and engineering techniques in the optimization of networks and network traffic.*

**Keywords:** analog network, digital network optimization method.

**Вступ.** Зовсім недавно АТС у великих містах були повністю аналоговими. Лінії телекомунікацій виконували поставлені задачі(передавали інформацію). Але після появи різних приватних підприємств зв'язку виникла проблема у наданні різного роду телекомунікаційних послуг. Крім того, вже звичайні абоненти почали створювати навантаження більше, ніж це було раніше (поява Internet, потреба в різних послугах, збільшення середнього часу розмови). Сьогодні вимоги істотно змінилися, так як за рахунок Інтернет-трафіку різко зріс обсяг переданих даних, і тенденція ця зберігається. Дослідження ринку послуг зв'язку показують, що відповідний світовий трафік протягом найближчих років буде практично подвоюватися.

**Постановка проблеми.** Однак Інтернет і голосовий трафік - не єдині фактори колосального зростання обсягів передачі інформації в останні роки: все більше число підприємств в силу переміщення багатьох виробничих операцій потребує ефективного способу організації зв'язку, об'єднанні корпоративних мереж та отриманні мереж з високою пропускнувою здатністю.

На сьогоднішній день стан телефонних мереж, який існує на даний момент, не дозволяє повною мірою здійснювати ефективно управління трафіком, а відповідно його оптимізацію. У нашій країні ні для кого не секрет що більшість телефонних мереж є аналоговими. Відомі принципи побудови аналогових мереж мало придатні для того щоб їх застосувати у створенні цифрових, унаслідок невідповідності показників сучасних і перспективних засобів і систем зв'язку. Тому сьогодні у зв'язку зі збільшенням росту трафіку і переходу на цифрові мережі, виникають завдання з ефективного управління цифровими мережами. Раніше при діяльності одного оператора та сталості техніки зв'язку, були визначені типові архітектури побудови мереж, узгоджені з показниками ємності, нумерації і параметрами телефонних мереж міського та сільського типу.

Сьогодні, при великій кількості операторів зв'язку, значних прогресивних змінах та розмаїтті діючої та перспективної техніки зв'язку, методи і показники оптимізації цифрових телефонних мереж мізерні. На сьогоднішній день, коли рівні цифровізації АТС - близько 45% і вище, недоцільно продовжувати їх планування та проектування без розробки певних моделей перетворення аналогово-цифрових мереж в повністю цифрові.

При оптимізації трафіку необхідно розглядати безліч різних параметрів[2]. Тому спроби вирішити завдання оптимізації трафіку методами математичного аналізу не надто привабливі без супутньої оптимізації на фізичному рівні. Оскільки визначення різних показників вимагає дослідження на екстремум кількох диференціальних рівнянь з декількома невідомими, до усього цього додається ще неймовірна кількість обчислень. Підсумком чого є не один екстремум, а декілька[2], тобто відсутність однозначного рішення.

Аналіз таких спроб показує, що в більшості таких випадків отримання дійсно оптимального рішення вимагає докорінної зміни деяких елементів, що далеко не завжди відповідає оптимальному вирішенню в загальному плані поставленої задачі. Математичні методи оптимізації доцільно використовувати лише для окремих елементів. Якщо використовувати математичні моделі оптимізації, то загальних способів побудови таких моделей не існує. У кожному конкретному випадку модель будується виходячи з цілей і завдань дослідження з урахуванням необхідної точності рішення, а також точності, з якою можуть бути відомі вихідні дані.

Тому більш привабливими методами оптимізації трафіку залишаються інженерні методи

оптимізації. Ці методи засновані на обсягах, пропорціях і характері територіального та об'єктного розподілу прогнозованого і явного навантаження. Вони повинні узгоджуватися з можливостями перспективної техніки і технологій, а також передбачати застосування діючих засобів та вузлів зв'язку з урахуванням тривалості їх життєвого циклу. Наступним кроком мало стати створення інженерних оптимізації трафіку і побудови цифрових телефонних мереж.

**Основна частина.** Такий складний процес, як оптимізація трафіку, може реалізовуватися різними методами та інженерними рішеннями[1]. Це залежить від того, на якому етапі модернізації знаходиться мережа, їх можна розділити на три етапи рисунку 1.



Рис. 1. Етапи модернізації мережі

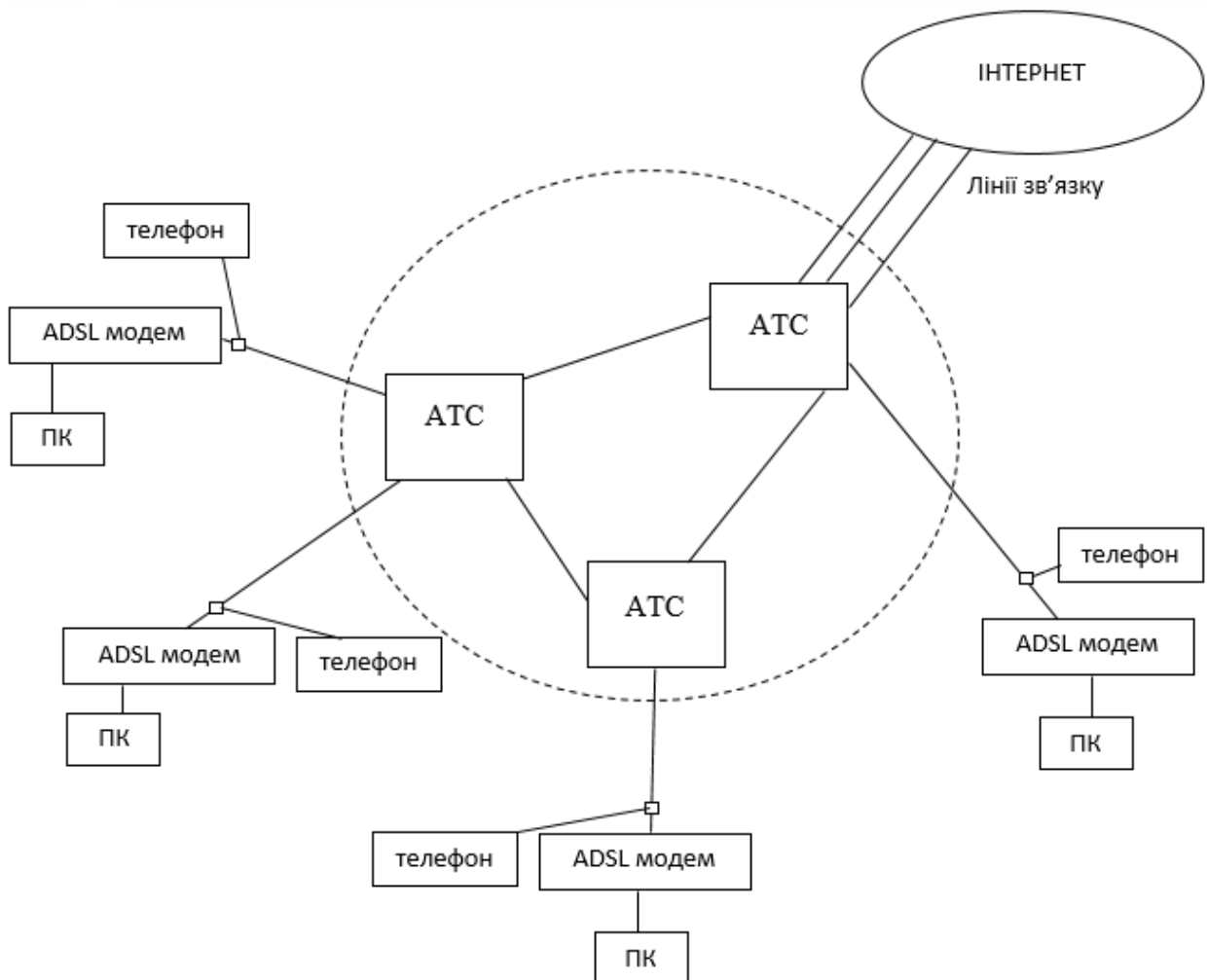


Рис. 2. Нарощування кількості АТС

В основному у нашій країні, телефонні мережі є аналоговими і у великих містах вже йде процес переходу від аналогових мереж до цифрових, тому і оптимізація трафіку викликає інтерес саме в таких мережах, а також у мережах де перехід вже практично завершений, і мережі можна вважати цифровими. Оптимізація трафіку припускає, що мережі і станції:

- Мають максимальні частки внутрішнього навантаження.
- Створюють мінімальне транзитне навантаження.
- Забезпечують масштабування систем комутації та передачі без негативних впливів на стійкість і якість зв'язку.

- Створюють однорідні абонентські лінії оптимальної протяжності.

Обсяг трафіку, що передається через транспортну мережу міського магістрального кільця, безперервно зростає через збільшення кількості АТС, підключених до кільця, кількості абонентів і зростання навантаження рисунок 2.

Тому виникає проблема, пов'язана з необхідністю збільшення пропускної спроможності транспортної мережі. Вирішити це питання можна шляхом нарощування обладнання SDH і відповідного збільшення пропускної здатності. Однак такий екстенсивний шлях вирішення проблеми навряд чи буде оптимальним: збільшення пропускної здатності пов'язано зі значними витратами, величина яких фактично пропорційна нарощуванню потужності пучків сполучних трактів. Навпаки, використання пакетних технологій - інтенсивний шлях підвищення пропускної спроможності транспортної мережі міського магістрального кільця, який полягає у створенні мережі передачі даних та її інтеграції з телефонною мережею.

При цьому на майданчиках (станціях) кільця SDH організуються вузли мережі передачі даних, в яких здійснюється або тільки пакетизація і де-пакетизація, або ще й комутація. Зазначені вузли утворюють мережу передачі даних, в яку направляється трафік відомчих АТС. Приклад організації кільця SDH наведено на рисунку 3.



Рис. 3. Кільце SDH

В результаті стиснення, що забезпечується всіма пакетними мережами, обсяг трафіку, що циркулює по транспортній мережі, зменшується в кілька разів. Існує три варіанти інтеграції телефонної мережі та мережі передачі даних:

- підключення до мережі передачі даних районних, опорно-транзитних і транзитних станцій;
- підключення до мережі передачі даних тільки транзитних станцій;
- підключення до мережі передачі даних лише районних станцій з перекладанням функцій транзитних станцій на відповідні транзитні маршрутизатори (комутатори) пакетної мережі.

Маршрутизація (англ. Routing) — процес визначення маршруту прямування інформації між мережами. Маршрутизація складається з двох етапів:

Формування плану розподілу інформації на мережі зв'язку.

Вибір вихідних ЛЗ при пошуку маршруту між об'єктами вузол-джерело і вузол-одержувач.

Залежно від вибору методу формування плану розподілу інформації на мережі зв'язку (таблиць маршрутизації) і вибору вихідних ліній зв'язку (формування таблиць комутації), залежатиме оптимальність визначення маршрутів[1], що в свою чергу призведе до оптимального розподілу трафіку. Якщо подивитися на рисунок 4, то необхідно використовувати статичну маршрутизацію, оскільки відсутня необхідність передачі службової інформації, тобто відсутність додаткового виду навантаження в мережі.

При виборі методу формування і методу вибору вихідної лінії зв'язку, необхідно знати ці методи і вміти їх застосовувати для ефективної роботи мережі.

## МАРШРУТИЗАЦІЯ

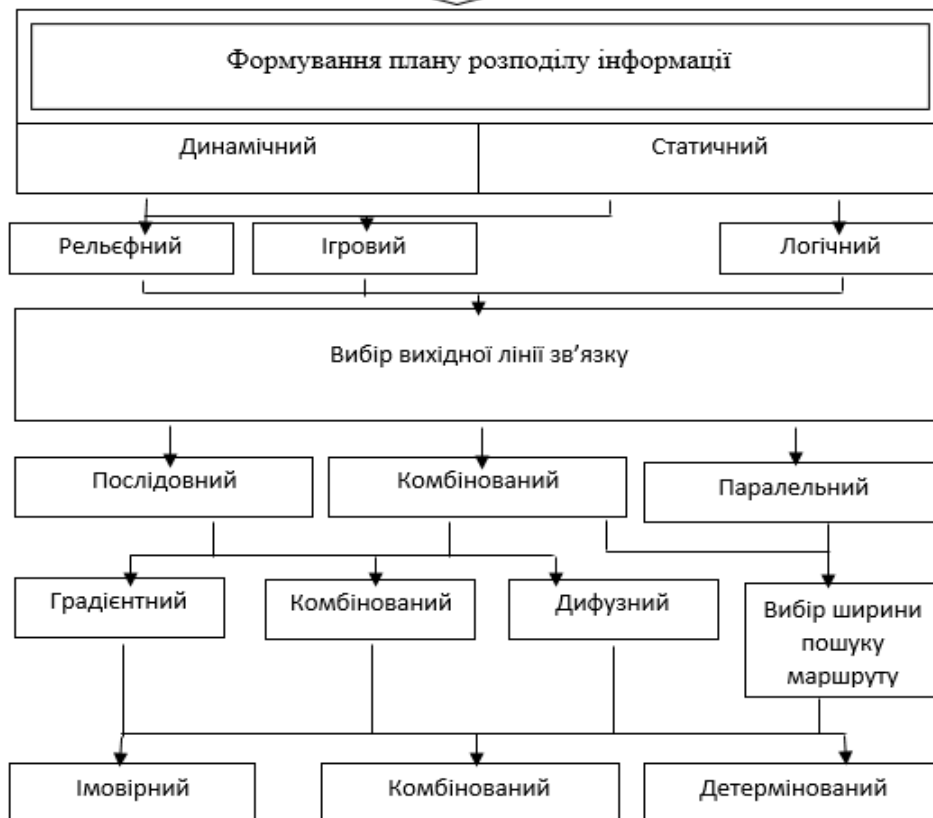


Рис. 4. Класифікація методів маршрутизації

Перший метод передбачає зменшення витрат на станційне устаткування при збільшенні частки внутрішньо станційного навантаження ОПТС хостів, внесених комутаційних станцій і концентраторів. Частка внутрішнього трафіку збільшується при використанні меншої кількості хостів максимальної місткості, а також внесених комутаційних станцій і концентраторів з замиканням внутрішнього трафіку і з поперечними зв'язками[1].

Другий метод передбачає зменшення витрат на станційне устаткування за рахунок мінімізації обсягів транзиту. Комутаційні можливості ЕАТС і ТС забезпечують ефективну концентрацію трафіку на абонентських і міжстанційних ділянках, а тому додатковий транзит не може істотно підвищити ступінь використання ліній, особливо при великих навантаженнях на один напрямок лінії.

Тому ефективність цифрового транзиту значно менше аналогового. Кожна ланка транзиту збільшує кількість трактів і портів комутаційних систем, а тому їх застосування вимагає техніко-економічних обґрунтувань.

Третій метод забезпечується вибором відповідних систем комутації та передачі, а також майстерністю планування і проектування. Тобто у мережі необхідно використовувати системи комутації не більш двох виробників, оскільки застосування різного типу і великої кількості обладнання різних виробників буде приводити до неефективного взаємодії систем комутації, тобто до не стикування. Транспортна мережа повинна бути побудована на обладнанні одного виробника. Не малу важливість має використання систем сигналізації між комутаційними вузлами і станціями мережі електрозв'язку. Сигналізація забезпечує можливість передачі інформації всередині мережі, а також між абонентами і мережею електрозв'язку.

Сигналізація - це кровоносна система мереж електрозв'язку, яка підтримує спільне існування комутаційних вузлів і станцій у мережі для забезпечення функцій обслуговування абонентів. Без сигналізації мережі мертві, а з введенням ефективних систем сигналізації мережа стає потужним засобом, за допомогою якого абоненти можуть спілкуватися один з одним і користуватися все ширшим спектром послуг електрозв'язку. Характерною особливістю протоколів сигналізації є їх швидка еволюція. Існуючі ще сьогодні системи сигналізації, які є просто механізмом передачі базової інформації, поступово замінюються більш потужними протоколами передачі даних, що забезпечують безперешкодну та ефективну передачу інформації між комутаційними вузлами і станціями в мережі.

Четвертий метод передбачає планування на основі прогнозу територіального розподілу навантаження - такого географічного розташування хостів, виносів, серверів, маршрутизаторів, мультиплексорів, щоб забезпечувалося повне покриття території обслуговування абонентськими лініями мінімальної протяжності. Територіальний розподіл навантаження враховує телефонну щільність (в Ерлангах на квадратний кілометр) забудованих, а також запланованих до забудови територій, кварталів, будівель.

Удосконалення методів географічного планування передбачає комп'ютерний аналіз даних індивідуальних тяжінь і показників трафіку всіх абонентських ліній з урахуванням картографії споруд та об'єктів зв'язку. Найбільш актуальним для планування мереж доступу є визначення гарантованої всім абонентам швидкості передачі або оптимальної швидкості передачі по мідних кабелях на абонентських станціях. Оптимальна протяжність абонентських ліній (орієнтовно близько одного кілометра) повинна визначатися з точки зору забезпечення необхідної швидкості передачі, а також з урахуванням досягнення максимальних щільностей телефонних ліній. Граничну швидкість передачі по мідних кабелях ТС діючих і перспективних абонентських ліній протяжністю близько одного кілометра доцільно вибрати з діапазону від 2 до 10 Мбіт / с, а великі відстані і швидкості повинні забезпечити оптичні системи передачі або радіосистеми. Збільшення пропускної здатності абонентської мережі можливо, коли проектування, будівництво, ремонт та реконструкція забезпечать її перетворення в однорідну по електричним параметрам.

Окрім розглянутих вище методів необхідно використовувати різні рекомендації ІТУ-Т[1], і т.д. Також у цих методах відіграють важливу роль параметри надійності, стійкості до різних завад, керованості цифрових мереж, а також норми на затримки сигналів, втрати викликів при перевантаженнях і т.д. Для посилення стійкості цифрових мереж запропоновано вживати наступне:

- Знижувати ємність і пропускну здатність станцій і систем передачі.
- Зменшувати каскадність, тобто частку транзиту (крім обхідних шляхів) місцевого трафіку.
- Використовувати поперечні зв'язки, шляхи другого вибору, а також підключення виносних комутаційних станцій (до двох і більше хостів) з використанням сигналізації CAS або IP на дублюючих ділянках.
- Запобігати концентрації сигнальних лінків на одному об'єкті, старатись рівномірно розподіляти їх по різних трактах і контейнерів систем передачі.
- Відокремлювати траси передачі трафіку доступу від міжстанційного, що не концентрувати трафік на одну кільцеву структуру, резервувати джерела та ділянки мереж синхронізації.
- Створювати систему синхронізації за ієрархічним принципом, але з мінімізацією кількості елементів.

Таким чином, передумовою оптимізації побудови цифрових мереж та оптимізації трафіку є розрахунки одних і тих же показників різними методами і для різних варіантів, а також їх відбір з метою забезпечення системних вимог для крайнього заходу двох розрахункових періодів. Таким чином, таке завдання як оптимізація трафіку, передбачає прийняття власних рішень, тобто прийняття конкретних інженерних технічних та економіко-обґрунтованих рішень для виконання конкретного завдання.

**Висновок.** Дане завдання на сьогоднішній день є актуальним, оскільки обсяг трафіку з кожним роком зростає. Був проведений аналітичний огляд методів для вирішення цього завдання. Існуючі математичні методи, які використовуються для вирішення завдань оптимізації в галузі зв'язку, а також методи для вирішення цих завдань, добре описані в літературі[4][5]. Але на сьогоднішній день для вирішення завдань оптимізації на перший план виходить не математичні методи розв'язання задач оптимізації, а інженерні методи. Ці методи засновані на обсягах, пропорціях і характері територіального та об'єктного розподілу прогнозованого навантаження. Крім того, необхідно враховувати при використанні інженерних методів, нових значень параметрів, від яких залежить дане навантаження.

### Література

1. ІТУ-Т Recommendation M.3013. Considerations for a telecommunications management network. 2000.
2. Князева Н.А., Ненов А.Л. Метод оценки структурной надежности сети при изменении ее структуры. – К.: Вісник ДУІКТ. Т.9, №4, 2011 р. 318, 321 с.
3. Стеклов В.І., Беркман Л.Н., Проектування телекомунікаційних мереж. Підручник для студ. вищ. навч. закл. за напрямком "Телекомунікації"/За ред. В.К. Стеклова.-К.: Техніка, 2002.-792 с.
4. Гилязов Р.Л., Столбов В.Ю. Проектирование распределительного уровня мультисервисной сети связи с учетом конфликтных интересов различных групп пользователей. /Телекоммуникации. 2008. №11.
5. Hayes J.H. Modeling and Analysis of Computer Communications Networks, New York: Plenum Press. 1984.

### References

1. ITU-T Recommendation M.3013. Considerations for a telecommunications management network. 2000.
2. Knyazeva N.A., Nenov A.L. Metod otsenky strukturnoy nadezhnosti sety pry yzmeneniy ee struktury. – K.: Visnyk DUKT. T.9, #4, 2011 r.
3. Styeklov V.I., Berkman L.N., Proektuvannya telekomunikatsiynykh merezh. Pidruchnyk dlya stud. vyshch. navch. zakl. za napryamkom "Telekomunikatsiyi"/Za red. V.K. Styeklova.-K.: Tekhnika, 2002.-792 s.
4. Nylyazov R.L., Stolbov V.Yu. Proektyrovanye raspredelytel'noho urovnya mul'tyservysnoy sety svyazy s uchedom konfliktnykh ynteresov razlychnykh hrupp pol'zovateley. /Telekommunikatsyy. 2008. #11.
5. Hayes J.H. Modeling and Analysis of Computer Communications Networks, New York: Plenum Press. 1984.

Рецензія/Peer review : 12.5.2015 р.

Надрукована/Printed : 21.6.2015 р.

Стаття рецензована редакційною колегією